BEOBACHTUNGEN

ÜBER DIE

ENTSTEHUNG DER SEXUALZELLEN

BEI

OBELIA.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER

UNIVERSITÄT FREIBURG

VORGELEGT VON

CLEMENS HARTLAUB

AUS BREMEN.

MIT ZWEI LITHOGR. TAFELN UND ZWEI HOLZSCHNITTEN.

LEIPZIG

WILHELM ENGELMANN

1884.

(Separat-Abdruck aus: Zeitschrift für wissensch. Zoologie. XLI. Band.)

In Nachfolgendem beabsichtige ich die Resultate zu veröffentlichen, welche sich mir aus meinen im Herbst 1883 auf Helgoland angestellten Studien über die Entstehung der Geschlechtsprodukte bei Obelia ergaben. Bei dem großen Interesse, welches die Bildung der Sexualzellen bei den Hydroiden seit Langem in Anspruch nimmt, und welches jetzt durch das neue Werk Weismann's lebhafter als je geworden sein dürfte, wird auch diese kleine Arbeit nicht unwillkommen sein und hoffentlich zur Vervollkommnung unserer Kenntnisse von diesem Gegenstande beitragen.

Bevor ich auf meine eigne Untersuchung näher eingehe, sei es mir gestattet noch einen Blick auf das zu werfen, was bis jetzt über die Geschlechtsverhältnisse bei den Obelien bekannt war. Ein Verzeichnis der Obelia-Litteratur im Allgemeinen aber wurde bereits von anderen Autoren zusammengestellt, und glaube ich mich daher auf die speciell mein Thema betreffenden Werke beschränken zu dürfen. Vor Allem möchte ich dabei in Kürze die Ergebnisse und Ansichten Weismann's darlegen, welche die Veranlassung zu meiner Arbeit wurden, und deren Kenntnis desshalb für die Beurtheilung meiner Beobachtungen wünschenswerth erscheint.

Bisher herrschte unter denen, die sich mit dem Studium der Hydromedusen beschäftigt hatten, die Meinung, dass die Geschlechtsprodukte stets an der Stelle entständen, wo sie später zur Reife gelangten, bei den Arten ohne Medusen also in den Gonophoren und bei den niederen Medusen in den »Gonaden«.

Es handelte sich für die weitere Forschung demnach nur um die Frage, aus welchem Keimblatte wir ihren Ursprung abzuleiten hätten, und es ist ja bekannt, wie viel darüber hin und her gestritten wurde.

Die Einen glaubten, dass beiderlei Geschlechtsprodukte dem Entoderm entstammten, Andere nehmen das Ektoderm dafür in Anspruch und eine dritte Ansicht, nämlich dass Eier und Sperma aus verschiedenen Keimblättern herrührten, wurde von VAN BENEDEN aufgestellt, der dem Entoderm die weiblichen, dem Ektoderm die männlichen Geschlechtszellen zuschrieb und dies für das ganze Thierreich verallgemeinerte.

Es ist natürlich, dass sich die Angaben, welche über diese Verhältnisse bei Obelia existiren, auch lediglich nur um diesen Punkt drehen. — Der Erste, der sich eingehend damit beschäftigte, war R. BOEHM. Er kam zu der Überzeugung, dass die Eier aus dem Entoderm, das Sperma aus dem Ektoderm der Gonaden entstünden, und er beschreibt uns, wie aus einer geißeltragenden Epithelzelle des Radiärkanales unter Verlust des Flagellums allmählich ein Ei wird, während er für das Sperma angiebt, dass das ganze Ektoderm, da wo später das Spermarium in die Schirmhöhle herabhängt, die Samenbildung eingehe, ohne dass ein schützendes Epithel die Spermatozoen nach außen hin abschlösse. Wir werden noch gelegentlich im Laufe dieser Arbeit auf seine Beobachtungen zurückkommen müssen [1].

Etwas später, auch noch im Jahre 1878, erschien der »Organismus der Medusen und seine Stellung zur Keimblättertheorie« von O. und R. HERTWIG [2]. Diese begnügten sich nicht mehr mit den so leicht täuschenden optischen Querschnitten bei ihren Untersuchungen, sondern brachten zum ersten Mal das Mikrotom zur Anwendung. Ihre Anschauung über die Sexualzellengenese bei den Craspedoten ist die, dass man sie für beide Geschlechter in einer subepithelialen Schicht des Ektoderms der Subumbrella zu suchen habe. Sie treten also dadurch, was Obelia betrifft, die allerdings noch nicht der neuen Methode unterzogen wurde, in Widerspruch zu BOEHM.

Wenden wir uns jetzt zu der Arbeit von WEISMANN [3]. Er entdeckte, dass die Eier bei einigen Hydroidpolypen (Eudendrium, Plumularia) nicht in den Geschlechtspersonen gebildet würden, sondern im »Coenosark« des Stockes, und erst durch selbständige Wanderung behufs ihrer Reifung in jene hinein gelangen, dass also die Reifungsstätte keineswegs bei allen Arten mit der Keimstätte zusammenfällt, d. h. dem Orte, wo die erste Absonderung von Sexualzellen aus scheinbar gewöhnlichem

[1] R. BOEHM, »Helgolander Leptomedusen«. Jena 1878.

[2] O. und R. HERTWIG, »Organismus der Medusen und seine Stellung zur Keimblättertheorie«. Jena 1878.

[3] A. WEISMANN, »Die Entstehung der Sexualzellen bei Hydromedusen. Zugleich ein Beitrag zur Kenntnis des Baues und der Lebenserscheinungen dieser Gruppe«. Jena 1883.

Zellmaterial (»Urkeimzellen«) stattfindet. Dieser Ort braucht nicht einmal in demselben Keimblatte zu liegen, sondern die Keimzellen haben die Fähigkeit auf ihrer Wanderung die Stützlamelle zu durchbrechen.

Da nun die Keimstätte der Hydromedusen eben sowohl in den Geschlechtspersonen liegen kann als im »Coenosark«, so frug es sich, ob zwischen diesen Entstehungsweisen, die als »blastogene« und »coenogene« unterschieden werden, ein innerer Zusammenhang bestände, ob die eine im Laufe der Phylogenese aus der anderen hervorgegangen sei, oder ob man es vielmehr mit ganz selbständigen Erwerbungen einzelner Gattungen zu thun habe, und so die Keimstätte den speciellen Bedürfnissen dieser entsprechend, bald hierhin, bald dorthin verlegt wurde. War Letzteres nicht der Fall, so musste eine von beiden Bildungsweisen die primäre sein und sich die Keimstätte allmählich von dieser aus verschoben haben.

Weismann kam nun etwa zu folgenden Schlüssen. Die Keimstätte ist bei jeder Art eine ganz konstante Stelle. Sie kann nicht bald hier bald dort entstehen, sondern, falls Veränderungen in ihrer Lage eintreten, können diese nur auf ganz allmählichen phyletischen Verschiebungen beruhen. Die großen Verschiedenheiten, welche die heutige Keimstättenlage der Hydromedusen aufweist, erweisen sich als die Folgen eines solchen Verschiebungsprocesses und stehen als mehr oder minder vorgeschrittene Stufen desselben in engster Beziehung. Der Ausgangspunkt dieses Vorganges waren die Geschlechtspersonen in ihrer ursprünglichen Form, d. i. in der Gestalt der freien Meduse, und zwar lag die Keimstätte bei ihnen im Ektoderm des Manubriums, welchen Platz sie noch heute bei einer großen Zahl niederer Medusen (allen Tubulariden) einnimmt. Mit der Rückbildung aber der Medusen zu sessilen Geschlechtsgemmen entfernte sich die Bildung der Keimstätte von diesem ursprünglichen Orte in »centripetaler« Richtung, d. h. sie wurde, stets mit der regressiven Metamorphose der Medusen gleichen Schritt haltend, in der Richtung nach dem »Coenosark« des Stockes hin zeitlich und örtlich immer weiter zurückverlegt. Die Folge und somit auch das Motiv beider vollkommen Hand in Hand gehender Vorgänge war eine Beschleunigung der Geschlechtsreife des Individuums; denn es ist klar, dass, sobald die Sexualzellen vor der Ausbildung der Medusen schon differenzirt wurden, sie im Vergleich zu ihrer früheren Bildung rascher zur Reife gelangten.

Der Gang des Verschiebungsprocesses war etwa der, dass zunächst die Sexualzellendifferenzirung nicht mehr in dem Leben der vollendeten Meduse, sondern bereits während der Knospung derselben geschah; dann weiter schon vor der Knospung in der die Medusen sprossenden

Person, dem »Blastostyl«, und endlich vor der Entstehung eines solchen im »Coenosark«, d. h. dem gemeinsamen Parenchym des Stockes.

Eigenthümlich ist nun bei dieser centripetalen Verschiebung, dass die ursprüngliche Reifungsstätte trotzdem als solche bestehen blieb, und bei noch so weiter Zurückverlegung der Keimstätte, die Sexualzellen stets wieder in die Geschlechtspersonen zurückwandern und hier in den eventuell inzwischen zu bloßen Brutsäcken herabgesunkenen Medusen, genau an dem Platze, der dem Ektoderm des Manubriums einer freien Qualle entsprechen würde, ihre Reife erlangen. Dadurch unterscheidet sich der centripetale wesentlich von einem zweiten Verschiebungsprocess, dem centrifugalen, dessen Nachweis der Zweck meiner Untersuchung war[1].

Während nämlich bei sämmtlichen freien Tubulariden und, wie wir sahen, auch bei allen Formen mit bloßen Brutsäcken, mögen sie Tubularinen oder Campanularinen angehören, die Gonaden (Reifungsstätte) im Ektoderm des Manubriums liegen, scheint eine Gruppe, die Eucopiden nämlich, der Weismann'schen Auffassung von dem primären Charakter dieser Lage widersprechen zu wollen, weil bei ihnen, wie bekannt, die Geschlechtsorgane im Verlauf der Radiärkanäle sich befinden. Es war darum noch zu beweisen, dass diese Lage ebenfalls eine sekundär erworbene sei; dass es sich auch hier um eine Verschiebung handle und ursprünglich auch bei dieser Familie Keim- und Reifungsstätte am Manubrium gelegen habe.

Schon von vorn herein spricht die außerordentliche Unregelmäßigkeit in der Lage der Gonaden am Radiärkanal dafür, dass der Reifungsplatz der Sexualprodukte im Laufe der Phylogenese Veränderungen unterworfen war. Bei manchen Gattungen nehmen sie die ganze Länge des Radiärkanales ein, bei anderen bilden sie nur eine beschränkte bruchsackartige Erweiterung, wie bei den Obelien, und diese wieder schwankt topographisch außerordentlich, indem die Gonaden bei einigen dicht am Manubrium, bei anderen ganz im distalen Drittel des Radiärkanales liegen und sogar den Ringkanal berühren. Für den Beweis aber, dass es sich auch hier um einen gemeinsamen und zwar centrifugalen Verschiebungsprocess handle, und dass das Manubrium den Ausgangspunkt desselben bilde, war es nöthig, in der Ontogenese Spuren davon aufzufinden, etwa das Reifen einzelner Eier zwischen den Gonaden und dem Manubrium oder gar an diesem selbst zu beobachten. In Betreff der Keimstätte frug es sich noch sehr, ob sie überhaupt der

[1] Zu weiterer Kenntnisnahme von dem Wesen der centripetalen Keimstättenverschiebung verweise ich auf das eigene Referat Weismann's. Biologisches Centralblatt. Bd. IV. Nr. 1.

Verschiebung der Reifungsstätte gefolgt war, und die Behauptungen früherer Forscher, welche beide Plätze für identisch halten, Berechtigung verdienten. Weismann hatte ja an anderen Hydromedusen bewiesen, dass in gewissen Fällen eine solche Vereinigung nicht bestand und die Wanderung der Keimzellen zur Reifungsstätte beobachtet. So durfte man auch hier wohl an früheren Ansichten zweifeln. Es war sehr wohl denkbar, dass, wenn auch bei manchen Eucopiden die Keimstätte der Reifungsstätte gefolgt war und man bei ihnen höchstens Reste davon erwarten konnte, doch bei anderen Gattungen die Keimstätte noch an der alten Stelle funktionirte. So sagt Weismann schon in seinem neuen Werke, es solle ihn nicht wundern, wenn bei Obelia die Keimstätte am Ektoderm des Manubriums läge. Wurde dies in der That durch exakte Beobachtung zur Gewissheit erhoben, so war die letzte überhaupt noch erforderliche Stütze für die oben dargelegten Anschauungen dieses Autors gewonnen, und die ursprüngliche Lage der Keimstätte bei den Hydromedusen vollends bestimmt.

Es bleibt mir noch übrig zweier anderer Arbeiten zu gedenken. Was die von de Varenne[1] betrifft, so hat bereits Weismann sich über seine Beobachtungen zur Sexualgenese der Hydromedusen ausgesprochen und seine Behauptung, dass die Sexualzellen bei Obelia im Coenosark des Stockes entständen, zurückgewiesen. Während meiner Untersuchungen erschien aber noch eine neue Abhandlung speciell über Obelia von Mereschkowsky[2]. Er steht, was den Ort der Entstehung der Sexualprodukte betrifft, auf dem Standpunkt Boehm's. Seine Ergebnisse über die allmählichen Veränderungen des Eies von der Keimzelle bis zur Reife, scheinen mir Richtiges zu enthalten, entziehen sich aber im Besonderen meiner Beurtheilung, da ich diesem Gegenstande leider nur wenig Zeit widmen durfte.

Ich gehe jetzt zu der Darstellung meiner eigenen Studien über und will zunächst die Diagnosen zweier Arten vorausschicken, welche mir als Material dienten und als neu befunden wurden. Leider fehlte es mir auf Helgoland an der nöthigen Litteratur, um die Bestimmung meiner Obelien dort erfolgreich vorzunehmen, und glaubte ich sie auch ohne Bedenken bis nach meiner Rückkehr verschieben zu können; bot doch die Annahme, dass die Arten unbeschrieben seien bei einer so viel bearbeiteten, aus so oft durchsuchten Gewässern stammenden Gattung

[1] de Varenne, »Recherches sur les Polypes hydraires«. Arch. zool. expér. et gén. Vol. X. Paris 1882.

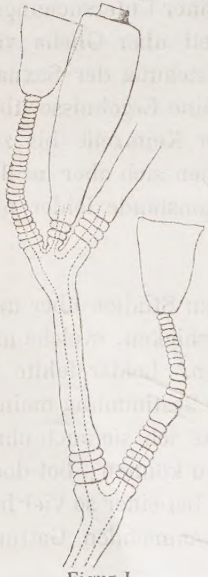
[2] C. de Mereschkowsky, »Développement de la Meduse Obelia«. Bulletin de la Société Zool. de France. T. VIII. 1883.

wenig Wahrscheinlichkeit. Außerdem erhielt ich auch die erforderlichen mit Sicherheit den Medusen entsprechenden Polypenstöcke, ohne welche die genaue Feststellung der Art überhaupt unmöglich war, erst in den letzten Tagen meines dortigen Aufenthaltes. Die beiden Arten scheinen der O. gelatinosa nahe zu stehen. Sie haben beide einen am Grunde zusammengesetzten Stamm, und konnte es sich daher nur um die eben genannte Art oder um O. plicata handeln, deren Geschlechtsindividuen noch nicht beschrieben wurden. Da sich nun die Polypen meiner Arten von denen jener durch die ungewöhnlich langen Hydrocauli unterscheiden, ferner die dazu gehörigen und davon gezogenen Medusen mit der Beschreibung Haeckel's von der O. gelatinosa Haeckel nicht stimmen, von denen gesagt wird, »Gonaden . . . schon bei der Neugeborenen das proximale Drittel der Radiärkanäle einnehmend«, ferner, »Mund einfach ohne Lippen«, so blieb nichts Anderes übrig, als sie als neu zu betrachten.

I. Obelia Adelungi nova species.

(Fig. I, 1, 2, 31.)

Stamm am Grunde dick und zusammengesetzt; braun; Höhe circa 8—10 cm. Vom Grunde an verzweigt, Zweige alternirend, die unteren ziemlich lang. Hydrotheken circa 0,5 mm lang; ganzrandig. Stiele derselben circa 0,8 mm und meist ganz geringelt. Gonangien auf kürzeren geringelten Stielen, meist an der Basis der Hydrocauli, fast achselständig.



Figur I.

Meduse: flach scheibenförmig mit 24 Tentakeln ohne Gonadenanlage frei werdend. Manubrium cylindrisch, ziemlich lang gestreckt, mit vier Lippen. Gonaden im distalen Drittel der Radiärkanäle, den Ringkanal nicht berührend. Durchmesser der Scheibe circa $2^1/_2$ mm. Tentakel bei Ausgewachsenen nicht ganz halb so lang als der Radiärkanal.

Helgoland, in größeren Tiefen.

Über die Zusammengehörigkeit der beschriebenen Meduse mit dem Polypen kann kein Zweifel sein. Wie aus der Abbildung Fig. 31 ersichtlich, wurden junge ausgebildete Medusen noch in den Gonangien beobachtet. Man sieht hier ein Gonangium, dessen Blastostyl sich nach vollendeter Medusensprossung zurückgezogen hat oder aufgelöst worden ist; möglich auch, dass der

Rest desselben, durch die Bewegungen der letzterzeugten Qualle vollends zerstört wurde. Die Identität der von mir gezogenen und eine Zeit lang in ihrer Entwicklung verfolgten Exemplare mit den von mir pelagisch gefischten, wurde, abgesehen von der äußeren Übereinstimmung, noch daraus entnommen, dass die einzige Meduse, deren Beschreibung Haeckel's auf die von mir gefangenen halbwegs passen würde, — die O. lucifera — von O. geniculata stammen soll, deren Polyp im April proliferirend (Boehm), im August fast vollständig abgestorben war. — Ich fand meine Meduse noch Ende September in großer Menge. Die Länge des Manubriums im Verhältnis zu der der Radiärkanäle anzugeben, wie dies bisher z. B. von Haeckel geschehen, habe ich absichtlich unterlassen, weil dies Verhältnis je nach der mehr oder minder vollkommenen Ausbildung der Meduse ein verschiedenes ist. Bei den ganz jungen ist das Manubrium eben so lang, bei den ausgewachsenen nicht einmal ein Drittel so lang als der Radiärkanal. Dasselbe gilt auch für die Tentakel, deren Länge ebenfalls oft im Vergleich zu der der Radiärkanäle angegeben wird, ohne dass man sicher wäre, dass ein ausgewachsenes Exemplar zur Maßbestimmung gedient habe.

II. Obelia helgolandica nova species.

(Fig. II, 3 und 4.)

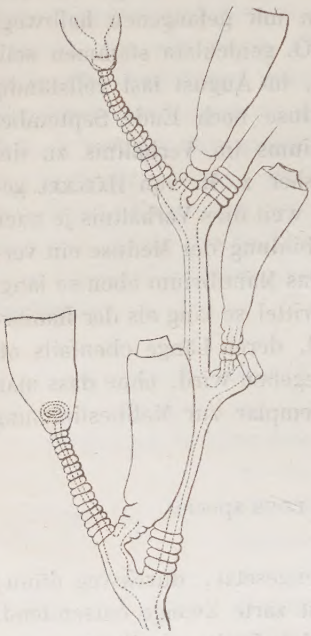
Polyp: Stamm am Grunde zusammengesetzt, durchweg dünn; eine kurze Strecke weit sehr lange äußerst zarte Zweige entsendend. Stamm und Äste braun, im scharfen Zickzack aufsteigend. Zweige zweiten Grades nur vereinzelt sich stärker entwickelnd. Hydrotheken groß, circa 0,5 mm lang, ganzrandig, auf meist ganz geringelten Stielen, die bis 0,8 mm lang sind. Gonangien, 1 mm lang auf kürzeren geringelten Stielen, gewöhnlich von dem unteren Theile der Hydrocauli entspringend. Höhe des Stockes circa 10—11 cm.

Meduse: flach scheibenförmig mit 24 Tentakeln frei werdend; ausgewachsen mit circa 80 Tentakeln. Manubrium kurz und dick mit vier dorsal eingerollten Lippen. Gonaden im distalen Drittel der Radiärkanäle, den Ringkanal nicht berührend. Tentakel bei Erwachsenen nicht halb so lang als der Radiärkanal.

Helgoland, in größeren Tiefen.

Der Hauptunterschied dieses Polypen von dem vorigen liegt im allgemeinen Habitus. Durch seine langen, gestreckten, durchweg dünnen und wenig verästelten Zweige macht er einen etwas dürftigen kahlen Eindruck und lässt sich dadurch leicht von anderen Arten unterscheiden. Im Speciellen ähnelt er dem vorigen außerordentlich, beson-

ders durch die ebenfalls langen ganz geringelten Hydrocauli. Vielleicht lässt sich die Stellung der Gonangien als Merkmal verwerthen, welche weniger achselständig ist als bei O. Adelungi. Allerdings zeigt letztere auch Ausnahmen von der Regel, wie aus Fig. 31 ersichtlich ist. Leider gelang es mir bei dieser Art nicht, junge ausgebildete Medusen noch in Zusammenhang mit den Polypen zu erhalten. Da ich aber in dem Aquarium, in welchem ich nur diese beiden Polypenstöcke hielt, zwei verschiedene Sorten Medusen bekam, von denen sich die eine mit langem cylindrischen Manubrium als zu O. Adelungi gehörig erwies, so brauchte ich keinen Anstand zu nehmen, die andere Art als Abkömmling des anderen Polypen zu betrachten, dessen abweichender Habitus bei gleichen Medusen sich vielleicht als Wachsthumsverschiedenheit hätte deuten lassen. Und hierzu kam, dass ich unter den pelagisch gefischten Obelien stets zwei Arten unterscheiden konnte, deren eine durch ihr kurzes dickes Manubrium und vier dorsal eingerollten Lippen mit den gezogenen Medusen auffallend übereinstimmte und ihre Identificirung als zweifellos berechtigt erscheinen ließ. Bei der späteren genauen Untersuchung an Schnitten, stellten sich auch noch wesentliche Verschiedenheiten der beiden neuen Arten heraus; besonders ausgezeichnet ist O. helgolandica durch die mächtige Entwicklung des Entoderms im Manubrium und durch die Stärke der interradialen Keimwülste im Ektoderm desselben.



Figur II.

Im August wurden meine Bemühungen, Obelien zu erhalten, leider wenig vom Glück begünstigt. Mag das andauernde stürmische Wetter daran Schuld gewesen sein oder vielleicht der Umstand, dass die beiden Arten, welche sich später in ungeheuren Scharen einfanden, ihre Fortpflanzung noch nicht begonnen und andere Arten dieselbe schon beendet hatten, genug, ich musste einen vollen Monat warten, bis ich genügendes Material erhielt. Eben so scheiterte mein Wunsch, Polypenstöcke in Proliferation zu erhalten, an dem fortwährend starken Seegang und gelangte ich hierin erst acht Tage vor meiner Abreise zum Ziel. So kam es also, dass mir für meine Untersuchung auf Helgoland schließlich

weit weniger Zeit blieb, als ich ihr dort zu widmen gehofft hatte und ich gezwungen wurde, das Studium von Schnittserien, welches an der Hand der Vergleichung mit lebenden Thieren gewiss von noch größerem Nutzen geworden wäre, auf später zu verschieben.

Das pelagisch gefischte Material, welches ich endlich im September in genügender Masse erhielt, lieferte mir befriedigende Resultate. Reste eines phyletischen Verschiebungsprocesses der Reifungsstätte wurden bald konstatirt und vollends durch meine Wahrnehmungen an den jüngsten Stadien freier Obelien bestätigt. Letztere lösten sich in meinen Aquarien ab, wurden isolirt, und sechs Tage beobachtet. Die Stöcke, deren Diagnosen bereits gegeben wurden, gingen dem Ende ihrer Fortpflanzung stark entgegen. Es kostete Mühe, solche mit Gonangien noch zu finden, aber trotzdem war ein Glas, welches derer nur ganz wenige enthielt, am folgenden Morgen mit einer ganz beträchtlichen Anzahl junger Quallen gefüllt. Die Zahl der von einem Blastostyl gelieferten Medusen, ist daher eine sehr bedeutende und ihre Entwicklung an demselben eine sehr schnelle.. Die kleinen Thierchen hielten sich bei täglichem Wechsel des Wassers und möglichst kühler Placirung des Behälters ganz gut, machten aber schon nach dem dritten Tage keine rechten Fortschritte im Wachsthum mehr. Der Scheibendurchmesser einer höchstens 20 Stunden freien Obelia von einem scheinbar nicht kontrahirten Präparat genommen, betrug 0,289 mm; eine dreitägige lebende maß 0,556 mm.

Die Abtödtung geschah am besten mit heißem Sublimat oder Pikrinschwefelsäure. Auch $^1/_2{}^0/_0$ige Osmiumsäure wurde für gleich zu machende Dauerpräparate mit gutem Erfolg angewendet. Das mit diesem Reagens behandelte, in Alkohol konservirte Material erwies sich aber später als unbrauchbar. Als Einbettungsmasse wurde Paraffin benutzt, nachdem das gehärtete Objekt in Nelkenöl gethan und dieses allmählich möglichst auf die Schmelztemperatur des Paraffins gebracht. Direkte Übertragung aus kaltem Nelkenöl in Paraffin vertrugen sie nicht, eben so wenig Aufhellung in Terpentin.

Die Entstehung der weiblichen Sexualprodukte.

Der erste Tag nach der Ablösung vom Stock ließ im Leben an keiner meiner jungen Quallen irgend welche Anzeichen sexueller Thätigkeit erkennen. Am zweiten aber hatten sie damit begonnen. Die ersten Geschlechtszellen waren gebildet und lagen, nicht wie man nach früheren Anschauungen hätte erwarten müssen, da, wo später die Gonaden entstehen, sondern am Grunde des Manubriums und im Anfang der

Radiärkanäle. Wie wir später sehen werden, lassen sich bereits jetzt männliche und weibliche Individuen ganz gut unterscheiden. Die kleinen Eier, von denen die jüngsten jedenfalls richtiger als Keimzellen zu bezeichnen wären, da sie die Möglichkeit weiterer selbständiger Vermehrung noch nicht ausschließen, sind durch ihre unregelmäßige Form und die Fähigkeit Farbstoffe leichter in sich aufzunehmen sofort erkenntlich. Die größten an einem dreitägigen Exemplar maßen circa 0,0112 mm, die kleinsten dagegen 0,002 mm im Durchmesser. Während erstere meist außer Verband mit dem Manubrium an den Seiten des proximalen Kanaldrittels liegen, in dessen Richtung sie häufig gestreckt sind, liegen die nächst kleineren gewöhnlich dem Manubrium näher und die kleinsten im interradialen basalen Magenektoderm, was zu der Vermuthung einer gemeinsamen Entstehung aller an letzterem Platze berechtigt (Fig. 5, 22).

Es stand jetzt also fest, dass wir die Keimstätte wenigstens für die erste Eidifferenzirung am Manubrium zu suchen haben. Die dahin gehende Vermuthung Weismann's hatte sich also schon theilweise bestätigt; theilweise nur desshalb, weil es ja immerhin möglich war, dass der ganze Bildungsprocess der Eier sich später in den Gonaden fortsetze und der am Manubrium sich nur als ein Rest früher dauernden Verhaltens in der Ontogenese der Obelien erhalten hätte. Die spätere Keimstätte konnte also sehr wohl mit der Reifungsstätte vereinigt sein. Eben so gut war es aber auch denkbar, dass Keim- und Reifungsstätte später getrennt seien, erstere nach wie vor am Manubrium läge, und die dort gebildeten Keimzellen in die Gonaden einwanderten. Über diese Fragen konnte nur die Untersuchung reiferer Individuen entscheiden; einstweilen lag jedenfalls für die Hypothese, dass bei den Stammformen der jetzigen Obelien die Geschlechtsverhältnisse homolog denen der heutigen Tubularinen gewesen seien, der erste gute Beweis vor.

Dass die jungen Eier am Grunde des Manubriums etc. im Ektoderm lägen, war theoretisch nicht anders zu erwarten, ließ sich aber am lebenden Thier und an den gewöhnlichen Totalpräparaten außerordentlich schwer nachweisen. Der Versuch Schnitte anzufertigen, den ich später an mit Osmium konservirten Thieren anstellte, misslang leider durch die Kleinheit der Objekte und die sich nicht bewährende Konservirungsmethode mit Osmium. Um so mehr freute ich mich schließlich doch ein Exemplar zu entdecken, an dem die ektodermale Lage der Eier zweifellos hervortrat (Fig. 5). Man sieht an diesem die Eier nicht wie sonst im Verlauf der Radiärkanäle liegen, sondern an feinen Linien seitwärts von demselben. Dies glaubte ich dahin erklären zu müssen, dass durch die Einwirkung des Reagens das Ektoderm der Subumbrella

sich ein wenig von den Radiärkanälen abhob, jederseits eine Falte warf und die mit ihm noch verbundenen Eier mitnahm. An welcher Stelle die jungen Eier auf ihrer Wanderung zur Reifungsstätte die Stützlamelle durchbrechen, kann ich nicht genau sagen. In den von mir untersuchten frühesten Anlagen der Ovarien lagen die Eier bereits stets im Entoderm.

Die Bildung von Eiern, d. h. also die nach Beendigung selbständiger Theilungen eintretende bedeutende Größenzunahme der Keimzellen, hörte am Manubrium nach dem dritten Tage auf. Die Zahl derselben betrug dann vier bis fünf für jeden Radiärkanal. Einzelne waren bereits ihrem definitiven Platze ziemlich nahe, während sich die anderen noch fest am Manubrium befanden. Im Allgemeinen lagen sie aber bei den älteren Individuen stets den Gonaden näher als bei den jüngeren. Da ich zu der Annahme, dass die beschriebenen ersten Geschlechtszellen etwa wieder zu Grunde gingen, keine Veranlassung habe, so nehme ich an, dass sie es sind, die zur Ovarienbildung durch Ansammlung an einem bestimmten Ort des Radiärkanales den ersten Anstoß geben. Specielle Beobachtungen konnte ich zu meinem Bedauern darüber nicht machen, weil auch am sechsten Tage erst vereinzelte Eier auf der Mitte des Kanales, jedoch noch keine am definitiven Platze lagen und von Gonaden noch keine Spur zu sehen war.

So viel über die Sexualverhältnisse der weiblichen Obelien in den ersten Tagen ihrer Freiheit. Wir gehen jetzt zu der Betrachtung der ferneren Keimstätte und der Ovarien über, in welchen letzteren die Eibildung in weit größerem Maßstabe fortgesetzt wird.

Keimstätte.

Betrachtet man reifere Ovarien und sieht neben den großen der Ablösung nahen Eiern die Masse ganz kleiner, so winzig fast wie eine Kanalepithelzelle, und größte und kleine durch alle Abstufungen des Wachsthums mit einander verbunden, so wird man sich des Eindrucks nicht erwehren können, dass hier Reifung und Keimstätte identisch seien. Untersucht man indessen zahlreicheres Material, so wendet man sich bald einer anderen Anschauung zu, vor Allem nach dem Studium von Schnittserien, welches über die wahre Lage der Keimstätte den besten Aufschluss giebt.

Es dauerte nicht lange, so hatte ich ausgewachsene Obelien gesammelt, welche eine Anzahl Eizellen im Verlauf der Radiärkanäle zwischen Gonaden und Manubrium schon bei schwacher Vergrößerung erkennen ließen, deren meist in der Richtung des Kanales gestreckte amöboid unregelmäßige Form auf Wanderung schließen ließen. Es zeigte

sich bald, dass ein derartiges Vorkommen gar nicht so selten sei, und eine extraovariale Entstehung von Eiern, wenn auch in beschränktem Maße, während des späteren Lebens der Quallen vielfach fortdauere. Die Vermuthung, dass solche wandernden Eizellen, die natürlich das beste Zeugnis für die Verschiebung der Reifungsstätte abgaben, vom Manubrium herkämen, lag nahe, und gewann die Annahme, dass die Keimstätte überhaupt am Manubrium geblieben sei, an Wahrscheinlichkeit. Noch mehr Halt bekam dieselbe nach der Anfertigung von Schnitten, welche alsbald vier Ektodermwucherungen am Manubrium zeigten, die kaum noch für die Deutung als Keimstätte einen Zweifel zuließen. Freilich frug es sich immer noch, ob diese Keimstätte die allein thätige sei, oder ob auch in den Gonaden selbst Keimzellen differenzirt würden, denn die in diesen liegenden kleinsten Geschlechtszellen waren bis jetzt bei älteren Individuen noch nicht auf der Wanderung konstatirt. Da ergab sich, dass sie bei ihrer außerordentlichen Kleinheit nur übersehen worden waren, und dass sie mit stärkster Vergrößerung sich fast in allen Radiärkanälen auffinden lassen. Somit sprach also Alles dafür, dass die alleinige Keimstätte noch am Manubrium gelegen ist, wie dies Weismann bereits hypothetisch geäußert hatte, und wir müssen, so lange nicht genaue Beobachtungen an anderen Arten hier beschränkend auftreten sollten, unsere bisherige Meinung, dass in den Gonaden der weiblichen Obelien Sexualzellen differenzirt würden, aufgeben.

Werfen wir kurz einen Blick auf die in Fig. 21, 23 abgebildeten Radiärkanäle, die ein Bild von dem Vorkommen weiblicher Geschlechtszellen in den proximalen Kanaldritteln geben mögen.

Fig. 23 stellt Abschnitte mit schon dickeren Eiern dar, wie sie schon bei schwacher Vergrößerung ins Auge fallen. Jeder ganze Kanal enthält etwa 10—13 Stück solcher neben einzelnen bedeutend kleineren. Sie liegen sämmtlich zwischen dem einschichtigen entodermalen Epithel des Kanales und der Stützlamelle, fast regelmäßig an den Seiten des Kanales. Das kurz cylindrische laterale Kanalepithel pflegt aus dichter stehenden Zellen zu bestehen als das ventrale und dorsale, so dass die Seiten der Radiärkanäle auf gefärbten Präparaten durch die viel zahlreicheren und enger bei einander liegenden Kerne stark markirt erscheinen. Es dürfte dies vielleicht mit der in den Seiten der Kanäle vor sich gehenden Sexualzellenwanderung in engstem Zusammenhange stehen. — Das Epithel ist über den Eiern manchmal stark abgeplattet: an einer Stelle scheint es eine kleine Wucherung gemacht zu haben, die vielleicht dadurch, dass ein Ei in eine kurze Abzweigung des Kanales hinein gerieth, veranlasst wurde, wie solche bei Obelien häufig vorkommen. Die Gonaden waren bei diesem Exemplar schon stark entwickelt.

Die Eier im Kanal haben durchschnittlich die drei- bis vierfache Größe einer lateralen Epithelzelle; sie liegen meist einzeln, doch auch bisweilen zwei bis drei zusammen. Dass die Geschlechtszellen an dieser Stelle schon eine solche Größe erreichen, ist, abgesehen von der oben beschriebenen Bildung der ersten Eier entschieden eine Ausnahme und als Rest des phyletischen Verschiebungsprocesses der Reifungsstätte zu betrachten. Übrigens wird ihr Wachsthum in den Kanälen dieses Maß kaum überschreiten, was ihnen, falls es vorkäme, wohl die Fähigkeit des Wanderns nehmen dürfte. So erkläre ich mir das Vorkommen eines reiferen Eies am Manubrium dadurch entstanden, dass dasselbe durch zu rasches Wachsthum sein Wandervermögen einbüßte (Fig. 20). Dasselbe liegt keineswegs ganz an der Basis desselben und giebt den besten Beweis, dass in einzelnen Fällen das Manubrium sogar noch als Reifungsstätte dient. In der Regel besitzen die wandernden Sexualzellen die Größe einer lateralen Epithelzelle; ob sie auf dieser Stufe noch als Keimzellen aufzufassen sind und sich also noch weiter vermehren, vermag ich nicht zu sagen.

In Fig. 21 habe ich einige Stücke aus den Radiärkanälen einer Obelia dargestellt, welche die schon erwähnten kleinsten wandernden Geschlechtszellen in Menge enthielten. Sie waren schon bei vielleicht 450facher Vergrößerung zu sehen, weil sich ihre Kerne von denen des Kanalepithels wesentlich unterschieden. Während nämlich letztere, sei es durch die Behandlung hervorgerufen oder als natürliches Verhältnis keinen Nucleolus erkennen ließen, zeichneten sich die Kerne der Sexualzellen durch große deutliche stark gefärbte Kernkörperchen aus. Manche sind spindelförmig lang, plattgedrückt, auf zwei Seiten zugespitzt, als ob sie eben im Begriff ständen sich zwischen Epithel und Stützlamelle durchzuzwängen; andere wieder dicker mit einigen stumpfen Ausläufern drängen das Epithel hoch in das Kanallumen vor. Dass sie in dem Kanal zwischen Gonaden und Ringkanal gänzlich fehlen, brauche ich wohl kaum noch hervorzuheben.

Schon an den lebenden reiferen Exemplaren von O. Adelungi war es mir aufgefallen, dass das Ektoderm des Manubriums an den Stellen, wo das Entoderm die vier interradialen Verdickungen macht, ebenfalls etwas an Stärke zunahm (Fig. 6). Dass dies ein Rest der hier früher gelegenen Gonaden sein müsse, lag nahe, doch fehlte mir einstweilen, da ich damals noch an älteren Individuen keine Geschlechtszellen in der näheren Umgebung des Manubriums bemerkt hatte, jeglicher Hinweis, dass ich es hier mit dem eigentlichen Mutterboden der Eier zu thun habe. Erst Schnittserien versicherten mich dessen, indem sie zeigten,

dass in der That jene Anschwellungen des Ektoderms von einer Menge kleinster in Theilung begriffener Keimzellen gebildet würden.

Die Keimstätte besteht aus vier interradialen Ektodermwucherungen am oberen Theile des Manubriums, welche bei O. Adelungi ein mehr gestrecktes, weniger vorspringendes Ansehen haben, bei O. helgolandica uns jedoch als vier dicht unter der Subumbrella gelegene kurze ziemlich dicke Wülste entgegentreten. Die gewöhnlichen Ektodermzellen, am distalen Theile des Manubriums ein ganz flaches Epithel bildend, gehen unterhalb und seitlich der Geschlechtswülste in höhere Cylinderzellen über. Die kleinen Keimzellen theilen sich, ehe sie zu Eiern heranwachsen, lebhaft weiter, so dass die große Mehrzahl der die Keimstätte bildenden Zellen Theilungsstadien darstellen. Durch die Menge der letzteren fällt die Keimstätte auf Schnitten leicht ins Auge, denn das bei der Kerntheilung entstandene Chromatingerüst tingirt sich mit Hämatoxylin außerordentlich tief und giebt den Kernen eine sehr dunkle scheinbar gleichmäßige Färbung (s. Fig. 13, 12). Nach außen hin scheint die Keimstätte nicht weiter von einem Epithel überzogen zu sein.

Die Ovarien.

Wenn wir in der extraovarialen Lage einzelner Eier einen Rest des phyletischen Verschiebungsprocesses der Reifungsstätte erblicken, so lehrt uns jenes reifere Ei am Manubrium, dass bereits hier ein Übergang derselben auf das Entoderm stattfand (s. Fig. 20). Als ersten Schritt der centrifugalen Verschiebung hätten wir also wahrscheinlich einen Übertritt der Gonaden aus dem Ektoderm ins Entoderm aufzufassen; und ich glaube daher, dass bei den heute peripheriewärts wandernden Keimzellen die Durchbrechung der Stützlamelle noch am Manubrium stattfindet. Nur die bei den jungen Quallen stets am Manubrium gebildeten ersten Eier bleiben längere Zeit im Ektoderm.

Die Gonaden liegen bei den von mir untersuchten Arten im Anfang des distalen Drittels der Radiärkanäle. Diese Lage ist im Allgemeinen sehr konstant und werden Abweichungen von der Regel nur durch Unregelmäßigkeiten der Radiärkanäle verursacht. So erhielt ich z. B. eine männliche Obelia, bei welcher nur drei Kanäle ausgebildet waren, der vierte aber mitten in der Umbrella mit dem Spermarium blind endigte (Fig. 26).

Die entwickelten Eierstöcke sind Ausstülpungen der Kanäle und hängen, kleinen Säcken gleich, in die Schirmhöhle hinein. Sie werden höchst wahrscheinlich durch den Zug und den Reiz der sich an einer Stelle ansammelnden ersten Eier gebildet, die zunächst bewirken, dass die Entodermzellen an Größe bedeutend zunehmen und zu einem hohen

Cylinderepithel werden. Diese lokale Entodermveränderung wurde ohne das Vorhandensein von Eiern nicht beobachtet, doch genügt, wie Fig. 16 lehrt, ein einzelnes um dieselbe hervorzurufen. — Durch die langen Geißeln des Epithels wird der Strom der Ernährungsflüssigkeit eine Zeit lang aufgehalten. Man sieht die Chylusklügelchen eine Weile im Ovarium herumgewirbelt, bis plötzlich eine Kontraktion desselben erfolgt, die ausgenutzten Nährstoffe ausstößt und neuen Platz schafft. — Die vom Manubrium kommenden ersten Eier lagern sich Anfangs zu beiden Seiten des Radiärkanales neben einander und sind die Ovarien auf dieser Entwicklungsstufe noch keine beträchtlichen Aussackungen, sondern bloße Erweiterungen des Kanales.

Das Wachsthum des Entoderms zu Cylinderzellen geschieht zuweilen sehr langsam. So trifft man junge Ovarien, die scheinbar gar kein Entodermepithel enthalten, so dass es bei den lebenden Thieren den Anstrich hat, als ob die Eier selbst die Leibeshöhle begrenzten und, wie Boehm meinte, aus der Umwandlung der fehlenden Epithelzellen hervorgegangen seien. Wo sich indessen bei Schnitten derartige Verhältnisse auf den ersten Blick zeigten, wurde bei näherer Beleuchtung die Existenz des Entoderms stets nachgewiesen, und sein scheinbares Fehlen auf eine durch den Druck der Eier hervorgerufene starke Depression desselben zurückführbar. Größere Ovarien ohne »Spadix«, wie sie Boehm abbildet, kamen mir nie vor, und möchte ich annehmen, dass sich genannter Autor auch in dieser Hinsicht zu Irrthümern verleiten ließ. Das Epithel reifer Ovarien ist immer hoch cylindrisch, und wenn Gebrüder Hertwig sagen, dass die Geschlechtsprodukte der Obelia nach dem Lumen des Radiärkanales zu von einer Schicht platter flimmernder Entodermzellen überzogen würden, so kann dies desshalb nur für junge Ovarien Geltung behalten.

Das ovariale Entoderm zeigt sich auf dem Querschnitt durchs Ovarium in natürlicher, durch den Druck und Zug vieler reifer Eier noch nicht allzusehr veränderter Lage, nicht radiär angeordnet, sondern umgiebt in zwei gewöhnlich stark entwickelten Blättern einen in der Richtung des Radiärkanales verlaufenden elliptischen Hohlraum, den Fortsatz der Leibeshöhle. Sie kommunicirt mit dem Lumen des Kanales durch einen ziemlich langen Spalt, da eine stärkere Abschnürung der Ovarien unter dem Radiärkanal in der Art, dass dieselben an einem dünnen Stiele von der Umbrella hinabhingen, nicht eintritt. Durch das jedesmalige Schließen des Eierstockes werden die beiden Seiten desselben auf einander gedrückt und Schnittserien durch derartig kontrahirte Gonaden werden natürlich nirgends einen Hohlraum zeigen (Fig. 14, 19).

Das Ernährungsepithel hat hier wie auch am Manubrium im hohen Maße die Tendenz Vacuolen zu bilden; doch kommt, wie dort, diese Eigenschaft individuell sehr verschiedengradig zur Ausbildung. Ist sie, wie es gewöhnlich zu sein pflegt, bei einer Gonade vorhanden, so liegen die Vacuolen meist regelmäßig, entweder sämmtlich an der Leibeshöhle oder alle peripher den Geschlechtsprodukten an. Der protoplasmatische Inhalt der Zelle enthält den Kern, und die Lage dieser wird dadurch ebenfalls ganz gleichmäßig (Fig. 14, 15).

Die Vertheilung der Eier ist ausnahmslos die, dass die jüngeren dem Radiärkanal näher liegen; die jüngsten derselben findet man am Eingang des Ovariums (Fig. 8, 14, 15, 19). Hier scheinen sie manchmal über einander gehäuft zu liegen, vor Allem, wie ich glaube, wenn die Zahl der gerade reifenden Eier zu groß ist, und dadurch der Nachschub jüngerer eine Zeit lang aufgehalten wird. Das sie überziehende Entoderm wird dann nicht selten durch den Druck derselben stark abgeplattet.

Die Keimzellen und jungen Eier liegen immer zwischen Entoderm und Stützlamelle, aber nur ein Theil derselben erlangt hier seine Reife; ein anderer durchbricht schon früh die Stützlamelle, um im Ektoderm heranzuwachsen (Fig. 7). Es scheint also für die Ernährung des Eies von keiner Bedeutung zu sein, ob es sich in diesem oder jenem Keimblatte entwickelt (Fig. 17, 18). Einen Vortheil einer abwechselnden Lage der Eier im Entoderm und Ektoderm könnte man darin vermuthen, dass sie bewirkt, dass sich immer nur ein Ei zur Zeit ablösen kann. Würde die Reife ausschließlich innerhalb der Stützlamelle vor sich gehen, so würden durch den beim Austritt eines Eies entstandenen Riss zugleich leicht andere vorzeitig folgen können. Auch bei lokalen von außen erfolgten Verletzungen des Ovarienektoderms wird so immer nur das an der betreffenden Stelle gelegene Ei zu eventuell zu frühem Austritt gebracht, nie jedoch eine größere Menge. Zum Schutze der außerhalb der Stützlamelle befindlichen Eier scheint das Ektoderm lokal eine neue Stützmembran auszuscheiden, was besonders an jüngeren Eiern ersichtlich wird (Fig. 17). Bleibt ein Ei im Entoderm, so dehnt es die Stützlamelle immer mehr aus, und diese wird schließlich so dünn, dass sie sich nur noch mit Mühe nachweisen lässt (Fig. 18). Sowohl Ektoderm wie Entoderm schmiegen sich den Formen der reifenden Eier genau an und senken sich in die zwischen denselben entstehenden Lücken ein. Der Austritt der reifen Eier erfolgt durch Zerreißung des zu stark angespannten Ektoderms und der Stützlamelle; eine vorherige Durchbrechung des Gastrovascularepithels in der Weise, dass die großen Eier noch eine Zeit lang von allen Seiten mit Ernährungsflüssigkeit

umspült würden, vgl. Boehm, habe ich nicht beobachtet. Eine den reifen Eiern zukommende dickere Membran, wie sie Boehm abbildet, konnte ich an ihnen nicht entdecken, und wäre es, da der Verfasser nicht angiebt, ob das von ihm dargestellte Ei ein bereits abgelöstes war oder noch den Ovarien angehörte, möglich, dass er die Stützlamelle, deren Existenz ihm noch nicht bekannt war, dafür angesehen hat; die außerhalb der primären Stützlamelle liegenden Eier werden ja nach außen von einer zweiten vom Ektoderm sekundär abgeschiedenen umgeben, so dass sie in der That rings von einer Membran umschlossen erscheinen.

Die Art der ersten Anlage der Ovarien wurde bereits kurz berührt. So ähnlich sich einander die reifen Gonaden verhalten, so wenig lässt sich für ihre Entstehung ein für alle Fälle passendes Bild entwerfen. Dieselbe ist vermuthlich vielmehr abhängig von der mehr oder minder lebhaften Keimzellenproduktion und gestaltet sich, je nachdem ob viele oder wenige junge Eier sich ansammeln, ob sie vereinzelt und in größeren Zwischenpausen oder in stärkerer Anzahl auf einmal zur Reifungsstelle gelangen, verschieden. So erklären sich die beiden Hauptbilder, die uns junge Ovarien darbieten, ganz gut. Im einen Falle liegt eine ziemlich bedeutende Menge kleinerer Eier zu beiden Seiten des Kanales hinter einander; dieser ist etwas erweitert, das Epithel ganz niedrig und auf Totalpräparaten manchmal kaum zu sehen; im anderen Falle hat sich bereits ein reguläres Säckchen gebildet mit hohem Cylinderepithel im Inneren, aber nur ganz wenigen Eiern. Letzteres Verhältnis tritt, wie ich eben glaube, dann ein, wenn vereinzelte Eier in größeren Intervallen vom Manubrium kommen. Ein einziges genügt ja, wie wir schon bemerkten, um den Anstoß zur eigentlichen Gonadenbildung zu geben, wozu die Tendenz im Laufe der Phylogenese längst erworben sein wird (Fig. 9, 10, 11).

Über die Vorgänge, welche sich im Ei, während es heranwächst, vollziehen, hat vor Kurzem Mereschkowsky einige Beobachtungen veröffentlicht[1]. Er geht von der irrigen Ansicht aus, dass die Eier aus der Umwandlung von Entodermzellen hervorgingen. Wenn sie die zehnfache Größe einer solchen erreicht haben, soll sich der Nucleolus, welcher eine Vacuole enthält, in eine Anzahl Stücke einschnüren, die jedes einen Theil der Vacuole enthalten und unter einander einstweilen in Verbindung bleibend, sich rosenkranzartig im Kern gruppiren. Später trennen sich die einzelnen Kugeln vollends von einander und legen sich inmitten des Nucleus. Sie theilen sich nun mehr und mehr, bis sie sich endlich in eine Menge kleinster Theilchen auflösen, welche den ganzen

[1] C. de Mereschkowsky, »Développement de la Meduse Obelia«. Bulletin de la société zool. de France. T. VIII. 1883.

Kern des reifen Eies erfüllen sollen. Ich habe bei der Untersuchung des lebenden Materials speciell auf diese Verhältnisse nicht achten können, und möchte mir nach dem von mir konservirten kein Urtheil erlauben. Dass aber der Keimfleck eine Vacuole enthält und etwa auf halber Größe des Eies in eine Anzahl Theilstücke zerfällt, kann ich bestätigen. Die regelmäßige Anordnung derselben, so wie den gänzlichen Zerfall in eine den ganzen Kern erfüllende körnige Masse, habe ich nicht bemerkt. Boehm sagt von dem unzweifelhaften Zerfall des Nucleolus nichts, zeichnet denselben vielmehr unversehrt in die reifen Eier ein und lässt ihn einen Nucleolinus mit radiär um denselben gelagerten Granulationen enthalten.

Um kurz noch einmal unsere Resultate über die Entstehung der weiblichen Geschlechtsprodukte bei den oben beschriebenen Obeliaarten zu rekapituliren, so könnten wir sie dahin zusammenfassen:

Dass die Keimstätte im Ektoderm des Manubriums liegt;

dass die ersten Eier konstant am Manubrium gebildet werden,

dass die Reifungsstätte früher ebenfalls am Manubrium gelegen haben muss, und ihr jetziger mehr oder minder vom Manubrium entfernter Platz die Folge eines phyletischen Verschiebungsprocesses ist;

dass die jungen Eier im Ovarium stets im Entoderm liegen, eine Anzahl von ihnen aber zur Reifung ins Ektoderm übertritt.

Ob die Keimstätte der weiblichen Obelien bei allen Arten am Manubrium liegt, bleibt einstweilen dahingestellt. Eine geringe Verschiebung derselben ist ja auch bei den unserigen schon zu konstatiren, weil man die Lage der Gonaden in der distalen Hälfte des Manubriums, wie sie die freien Tubularinen aufweisen, als die einst normale annehmen muss. Doch ist es wahrscheinlich, dass dieselbe nicht weiter geht, die Keimstätte vielmehr am Manubrium bleibt. Denn wäre auch diese in einem phyletischen Verschiebungsprocess begriffen, nachdem die Gonaden bereits weit abgerückt sind, so müsste man bei den Obelien, deren Gonadenverschiebung schon den Ringkanal erreicht hat, die Keimstätte zwischen Gonaden und Manubrium finden, was zweifelsohne bereits aufgefallen sein würde.

Die Entstehung der männlichen Sexualzellen.

Leider bin ich, was die Spermagenese der Obelien betrifft, nicht in der Lage mir ein so klares Bild zu machen, wie ich es mir ohne Zögern über die Entstehung und Reifung der Eier bei meinen beiden Arten entwerfen konnte. Hier bleibt späterer Forschung noch das Feld offen; doch werden meine Beobachtungen in so fern von Nutzen gewesen sein, als sie auf die bei der Spermagenese obwaltenden Unregelmäßigkeiten

hinweisen. Mir lagen ja nur zwei Species zur Untersuchung vor, während es höchst wahrscheinlich des Studiums weit zahlreicherer bedürfen wird, um aus den einzelnen Verschiedenheiten den gemeinsamen Zusammenhang zu erkennen. In so fern waren meine Bemühungen über die Sexualgenese der Männchen aber doch von Erfolg begleitet, als wir auch durch sie darauf hingewiesen werden, dass die phyletisch ursprüngliche Lage der Keim- und Reifungsstätte am Manubrium gewesen sein muss.

Ein Blick auf die Abbildungen Fig. 25, 29, 27, 28 zeigt zunächst die abweichenden Formen in der Anlage des Spermariums. Wir sehen auf Fig. 28 eine junge männliche Gonade vor uns mit hoch ausgebildetem vacuolenreichen Entoderm. Im Ektoderm liegt eine mäßig dicke Schicht von Keimzellen. Im Gegensatz hierzu aber besitzt das Spermarium auf Fig. 27 noch gar keine Entodermveränderung, während bereits eine stärkere Aussackung und eine ansehnliche Menge Keimzellen vorhanden sind. Diese beiden Präparate machen scheinbar den Eindruck, als ob das subumbrellare Ektoderm an der betreffenden Stelle die Keimstätte bilde und völlig in die Spermatoblastenbildung aufginge, denn bei beiden Quallen war ein über die Sexualzellen weglaufendes Ektoderm kaum nachzuweisen. — Total anders verhält sich das Präparat Fig. 25. Hier haben sich bereits vier starke Aussackungen, jede von der Größe eines reifen Hodens der beiden anderen Species, gebildet, während die Sexualzellenentstehung kaum begonnen hat und eine zerstreute Lage von Spermatoblasten in den Interradien der Subumbrella und Anhäufungen kleinster Keimzellen neben dem Eingange in die Aussackung auf eine Differenzirung der Geschlechtsprodukte außerhalb der Spermarien hinweist. — Man sieht, dass wir es hier mit höchst differenten Verhältnissen zu thun haben, deren Beziehung zu einander sich nicht ohne Weiteres ergiebt.

Ich habe in Fig. 22, 24 eine Reihe Abbildungen gegeben, welche die Geschlechtszellenbildung in den ersten Tagen illustriren sollen, die hier wie bei den Weibchen konstant am Manubrium abläuft. Manche der dargestellten Keimstätten habe ich als männlich, manche als weiblich bezeichnet, ohne indess behaupten zu wollen jedes Mal das Rechte getroffen zu haben; namentlich wenn die vorhandenen Sexualzellen noch sehr klein waren, konnten hier leicht Irrthümer vorkommen. Man wird auf den ersten Blick zwei Typen unterscheiden, solche, bei denen mehr oder minder vereinzelte größere Geschlechtszellen zerstreut, manchmal schon weiter von dem Manubrium abgerückt, meist an den Seiten des Radiärkanals liegen, und solche, bei denen das proximale Stück des Kanales etwas erweitert und von einer großen Menge kleinster

Zellen umgeben erscheint, deren Masse sich auf das Manubrium hin fortsetzt und von denen einzelne bereits etwas größere am weitesten distal liegen. Die ersteren Individuen habe ich im Allgemeinen als die Weibchen angesehen, die letzteren als männliche und, wie ich glaube, nicht mit Unrecht. Denn erinnern wir uns der späteren Ovarienbildung und auch des Vorkommens von Eiern in den proximalen Kanaldritteln älterer Weibchen, so fanden wir, dass die Eier sich bei der Gonadenbildung meist lateral anhäufen, als auch bei den im Radiärkanal wandernden fast konstant an dessen Seiten lagen. Bei der Hodenbildung ist dagegen in dem ganzen unter der betreffenden Erweiterung resp. Aussackung des Kanales liegenden subumbrellaren Epithel eine mehr gleichmäßige Vertheilung der Keimzellen die Regel, und abgesehen davon spricht ja ein großes Quantum kleinster Sexualzellen immerhin mehr für das männliche Geschlecht. So dürfen wir also wohl mit Recht annehmen, dass bei den jungen Quallen einzelne große an den Seiten des Kanales liegende Geschlechtszellen Eier, dagegen solche, welche in größeren Massen in dem unter dem Kanal liegenden Ektoderm der Subumbrella ausgebreitet liegen, männliche Keimzellen sind. Dass diese ebenfalls peripherwärts wandern und schließlich am Gonadenplatz angekommen die Hoden bilden, zu deren Anlage am fünften Tage noch kein Anfang gemacht war, halte ich für sehr wahrscheinlich; doch scheint sich nicht bei allen Obelien eine derartige Differenzirung am Manubrium zu finden. Ich habe eine junge Obelia von 24 Tentakeln gefischt, die, so weit ich sehen konnte, am Manubrium keine Spur von Keimzellen zeigte, dagegen am Gonadenplatz bei unverändertem Entoderm bereits die erste Anlage des Hodens in Form einzelner weniger Keimzellen, die im distalen Kanaldrittel an der Reifungsstätte lagen. Für diese Species möchte ich die Verschiebung der Keimstätte als vollzogen annehmen und glauben, dass dieselbe bereits ganz im Ektoderm des Spermariums liegt.

Keimstätte. Wir kommen nunmehr auf die Frage, wo sich die spätere Keimstätte befindet. Die Entscheidung darüber ist sehr schwer und bis jetzt überhaupt noch nicht mit Sicherheit zu geben. Wir haben bei den älteren Individuen nämlich dieselbe ektodermale Wucherung am Manubrium, die wir bei den Weibchen als die noch funktionirende Keimstätte erkannten, genau in derselben Weise entwickelt, allenfalls in noch stärkerer Vermehrung begriffen, daneben aber auch Lager jüngster Keimzellen in den sich anlegenden Gonaden. Ob zwischen beiden Plätzen ein Zusammenhang besteht, müssen wir einstweilen dahingestellt sein lassen, da bei den Männchen die Wanderung von Keimzellen zwischen Manubrium und Hoden nicht beobachtet wurde. Für O. helgo-

landica, bei der die betreffenden manubrialen Wucherungen sehr stark ausgebildet sind, möchte ich daran nicht zweifeln; ist doch die Versuchung sehr groß, nachdem Weismann den theoretischen Beweis für die phyletisch ursprüngliche Lage der Keimstätte am Manubrium gebracht hat, derartige Wülste an demselben, die durchaus den Eindruck einer Keimstätte machen, auch als solche anzusprechen. Auch die eine Obelia, von deren einem Radiärkanal nur das proximale Drittel ausgebildet, und dieses mit dem Spermarium abschließt (Fig. 26), scheint für diese Auffassung zu sprechen. Denn läge die Keimstätte im Ektoderm des Spermariums, so hätte in diesem Falle, wo an der betreffenden Stelle der Radiärkanal nicht angelegt worden war, die Spermatoblastenbildung entweder unterbleiben oder sich dort ein verkümmerter Hoden bilden müssen, der mit dem Radiärkanal gar nicht kommunicirte. So aber kann man diesen Fall der Hodenbildung kaum anders erklären, als dass die Keimzellen, wie gewöhnlich, vom Manubrium kamen, durch den plötzlich abbrechenden Kanal aufgehalten wurden und sich am Ende desselben ansammelten, um so einen Hoden in der centralen Hälfte der Subumbrella zu formiren.

Auf eine specielle Beschreibung dieser vermuthlichen Keimstätte kann ich hier verzichten, da sie der weiblichen vollkommen gleicht, und diese bereits geschildert wurde. Auch die Lager junger Keimzellen an den entstehenden Gonaden, die ich allerdings nur an Totalpräparaten studiren konnte, machen, was die Keimzellen selbst betrifft, einen ganz ähnlichen Eindruck. Wir haben wieder die höchst unregelmäßig geformten tief gefärbten Kerne, vermischt mit einigen größeren Keimzellen, vor uns und die ganze Stelle durch ihre tiefe Farbe leicht bemerklich. Von großem Interesse würde es gewesen sein, wenn ich von der dritten Art mit den interradial in der Subumbrella zerstreuten Spermatoplasten einige Individuen zum Schneiden zu Gebote gehabt hätte[1]. Als Keimstätten möchte ich bei ihr die zu beiden Seiten der Gonaden liegenden Anhäufungen kleinster Keimzellen auffassen (Fig. 25 und 29). Eine andere Deutung, vielleicht, dass es sich hier bereits um Spermatozoenbildung handle, scheint mir kaum zulässig, weil eine einfache Schicht größter offenbar eingewanderter Spermatoblasten die obere Hälfte des Sackes erfüllt, was doch beweist, dass die Aussackungen zur Bildung des Hodens dienen. Die zerstreuten Spermatoblasten liegen der Mehrzahl nach in der Umgebung der Gonaden, einzelne

[1] Diese Obelia als besondere Species aufzufassen, ist man um so mehr gezwungen, als neben der höchst abweichenden Bildung der Gonaden auch die Lage dieser genau im Anfang der distalen Kanalhälfte von den beiden anderen Arten abweicht.

zwischen Gonaden und Ringkanal, andere aber auch ganz versprengt mitten in den interradialen Feldern. Mögen sie nun vom Manubrium kommen oder in der Subumbrella differenzirt sein, jedenfalls sind sie die besten Zeugen für einen stattgehabten Verschiebungsprocess der Keim- und Reifungsstätte. Denn nimmt man auch keine manubriale Entstehung für sie an und denkt man vielmehr an eine Bildung derselben in dem subumbrellaren Epithel, so erklärt sich diese ganz gut, indem der Weg, den ein Verschiebungsvorgang der Keimstätte vom Manubrium nach der Peripherie der Scheibe einschlagen konnte, möglichenfalls der war, dass das interradiale Epithel eine Zeit lang die Keimstätte blieb, und die entstandenen Keimzellen, wie wir dies an den jungen Obelien am Manubrium noch beobachten, sich zur Reifung nach den Radiärkanälen begaben. Ganz allmählich wird sich dann die Keimstätte aus der Mitte der interradialen Felder, nach deren Seiten, nämlich den Radiärkanälen hin gezogen haben, um endlich auf die kleine sich aussackende Stelle lokalisirt zu werden. Bei unserer Qualle wäre dieses letzte Stadium noch nicht ganz erreicht, vielmehr liegen die vermuthlichen Keimstätten bei ihr, wie wir bemerkten, dicht neben der Aussackung. Die zerstreuten Sexualzellen sind also, wie ich glaube, als die Spuren des Verschiebungsweges derselben zu betrachten.

Spermarium. Die reife männliche Gonade ist wie die weibliche ebenfalls eine in die Schirmhöhle herabhängende Aussackung des Radiärkanales, inwendig ausgekleidet von einem hohen Cylinderepithel. Die Sexualprodukte liegen stets außerhalb der Stützlamelle und werden nach außen von einem platten Ektodermepithel überzogen. Sie sind um das Ernährungsepithel in mehreren, wenn auch nicht scharf abgegrenzten, doch deutlich koncentrischen Schichten gelagert, und zwar so, dass die innerste Schicht von gleichmäßig großen Spermatoblasten gebildet wird, in den folgenden sich die Zellen schichtenweise verkleinern und endlich nach außen die winzigen Spermatozoen angehäuft sind. Die so zu sagen die Basis des Hodens bildenden großen Spermatoblasten sind keineswegs in dieser ihrer Größe differenzirt, sondern ein Wachsthumsresultat der Keimzellen. Man sieht dies einmal daran, dass die sich anlegenden Hoden aus bedeutend kleineren Bildungszellen bestehen, die, wie wir schon sahen, denen an den Keimwülsten am Manubrium gleichen und ferner an der schon erwähnten dritten Art und ihren in der Subumbrella liegenden Keimzellen und Spermatoblasten (Fig. 25, 29).

Betrachten wir kurz jene zerstreuten Sexualzellen. Ihre scharf konturirten runden Kerne sind am schwächsten tingirt, am stärksten der Nucleolus. Ihr äußerer Umriss ist unregelmäßig und nicht immer scharf

begrenzt, wegen der pseudopodienähnlichen Fortsätze auf Wanderung schließen lassend. Ihre Größe ist sehr verschieden, die umfangreichsten gleichen denen, welche die centrale Schicht reiferer Hoden bilden; die kleinsten etwa $^1/_3$ bis $^1/_4$mal so klein, sind wenig größer als die Kerne des umbrellaren Epithels und mit diesen leicht zu verwechseln, weil sie nur einen ganz schmalen Saum körnigen Protoplasmas um den Kern herum erkennen lassen; doch sind ihre Kerne regelmäßiger und von schärferen Konturen und ihre Nucleoli größer. Sie unterscheiden sich dadurch auch von der Mehrzahl der Zellkerne in den Keimwülsten und Hodenanlagen, welche, wie wir sahen, von gleichmäßig dunkler Farbe und unregelmäßiger Form sind. Die kleinsten von mir gemessenen (weiblichen) Keimzellen hatten im Ganzen kaum die Größe eines Umbrellarkernes; ihr Nucleolus war etwa $^1/_2$mal so klein. — Vergleichen wir die größeren Spermatoblasten mit den gleich großen Zellen, die von uns bei den drei bis vier Tage alten Obelien für Eier gehalten wurden, so ist das Aussehen beider sehr ähnlich, jedoch ein Unterschied nicht zu verkennen. Der Kern der jungen Eier ist kleiner, der Keimfleck jedoch viel größer. Die Unterscheidung noch jüngerer männlicher und weiblicher Keimzellen dürfte sehr schwer sein.

Sind nun jene die centrale Hodenschicht bildenden gleichmäßig dicken Spermatoblasten bedeutend größer, als die eben entstandenen Keimzellen, so folgt daraus, dass der reife Hoden nicht weiter als sexueller Differenzirungsort dient. Gesetzt den Fall, dass das Ektoderm desselben überhaupt als Ursprung der Spermatoblasten zu betrachten wäre, so hätten wir uns die Hodenbildung etwa folgendermaßen zu denken. Wir müssten das subumbrellare Ektodermepithel des Gonadenplatzes als das Urkeimgewebe auffassen, und annehmen, dass es sich bei Beginn der Hodenbildung in zwei Blätter spaltet, ein subepitheliales und ein äußeres Blatt. Von diesen bestünde das erstere aus Keimzellen, das zweite diente nur als schützendes Epithel und entspräche dem Ektoderm, welches den reifen Hoden nach außen hin überzieht. Aus der ersten Schicht kleiner Keimzellen ginge nun durch Wachsthum und Vermehrung eine ziemlich dicke Schicht großer Spermatoblasten hervor (Fig. 30), und nach Bildung dieser beginnt die eigentliche Spermatozoenbildung durch schichtenweise Theilung in der Weise, dass von dem centralen Lager zunächst allein die äußeren Zellen von derselben gleichzeitig ergriffen werden, und so ein zweischichtiger Hoden entsteht. Eben so wird dann eine äußere Lage der zweiten Schicht denselben Vorgang wiederholen etc. Die Größe der Zellen nimmt nach der Peripherie zu schichtenweise ab; die äußersten und kleinsten Elemente sind die Spermatozoen. — Es werfen sich in Betreff der Spermatozoenbildung

noch viele Fragen auf, die ich jedoch, da sie außerhalb des Zweckes dieser Arbeit lagen, weit entfernt bin, beantworten zu können. Es würde dazu eines eingehenden besonders auf diesen Punkt hin gerichteten Studiums bedürfen. In Betreff der Gonaden will ich noch bemerken, dass ihre Größenzunahme erst eigentlich mit der schichtenweisen Theilung zu beginnen scheint, dass also das Lager großer Spermatoblasten noch nicht die Mächtigkeit des reifen Hodens hat, wie das in der Spermagenese anderer Hydromedusen vorkommt. Es könnte dies darauf beruhen, dass die centrale Schicht sich dauernd weiter vermehrt und sich so, trotzdem dass immer die äußeren Lagen derselben den Theilungsprocess eingehen, eine Zeit lang in derselben Stärke erhielte.

Fassen wir unsere Ergebnisse über die Entstehung der männlichen Sexualzellen noch einmal zusammen, so kämen wir etwa zu folgenden Schlüssen:

In den ersten Tagen des freien Lebens findet bei der männlichen O. Adelungi und helgolandica, ehe man eine Veränderung an der Reifungsstelle bemerken kann, eine Keimzellendifferenzirung am Grunde des Manubriums und eventuell im proximalen Drittel des Radiärkanales statt;

bei einer anderen Art wurde eine kontinuirliche Entstehung der Keimzellen außerhalb des Spermariums beobachtet;

bei O. helgolandica und Adelungi ist eine der bei den Weibchen funktionirenden Keimstätte homologe und derselben vollkommen gleichende Ektodermwucherung in Bestand;

es ist wahrscheinlich, dass in dieser alle Samenkeimzellen differenzirt werden und von dort aus in die Reifungsstelle einwandern.

Diese Resultate sprechen dafür, dass die Lage der Reifungsstätte und der Keimstätte bei Obelia, so oft sie mit jener vereinigt sein sollte, sekundärer Natur ist, und wir annehmen müssen, dass ihr phyletisch ursprünglicher Platz das Ektoderm des Manubriums gewesen ist.

Eine Verschiebung der männlichen Keimstätte nach der Reifungsstätte ist bei einigen Arten sehr wahrscheinlich vollendet, bei anderen Arten im Begriff, bei den uns vorliegenden vermuthlich nicht eingetreten.

So stände ich also am Ende meiner Untersuchung, welche bezweckte, Reste eines phyletischen Verschiebungsprocesses der Reifungsstätte bei den Eucopiden an einem ihrer typischesten Vertreter nachzuweisen. Ein solcher Nachweis war wünschenswerth geworden, weil die Lage der Gonaden bei dieser Gruppe der Auffassung Weismann's zu widersprechen schien, dass der ursprüngliche Ort der Keim- und Reifungsstätte bei den Hydromedusen das Ektoderm des Manubriums der freien Meduse gewesen sei. Dieser Widerspruch musste sich als

ein nur scheinbarer erklären lassen. Bei den Eucopiden, bei denen die Gonaden statt am Manubrium im Verlauf der Radiärkanäle liegen, musste also ein phyletischer Verschiebungsprocess stattgefunden haben, welcher bei ihnen aber, im Gegensatz zu der von Weismann entdeckten, mit der Rückbildung der freien Meduse Hand in Hand gegangenen centripetalen Verschiebung der Keimstätte, eine entgegengesetzte centrifugale Richtung hatte und in erster Linie die Reifungsstätte betraf.

Als die von mir bei den Obelien gefundenen Reste dieses Vorganges hebe ich hier nochmals hervor:

Die Entstehung der ersten Eier und Spermatoblasten am Grunde des Manubriums, bei Arten die ihre Gonaden im distalen Drittel der Radiärkanäle haben; — die nachgewiesene ausnahmsweise Reifung von Eiern am Manubrium; — das durchaus gewöhnliche Vorkommen junger Eier zwischen den Gonaden und dem Manubrium in den proximalen Kanaldritteln und endlich die bei einer mir unbekannten Art in der Subumbrella zerstreuten Spermatoblasten. Als weiterer Hinweis auf den Verschiebungsprocess wurde sodann noch die bei den einzelnen Arten höchst verschiedene Lage der Gonaden hervorgehoben.

Was die Keimstätte der Obelien betrifft, so wurde dargethan, dass sie für die Weibchen bei zwei darauf untersuchten Arten noch im Ektoderm des Manubriums liegt, dass dagegen für die Männchen ein gleiches Verhältnis allerdings wahrscheinlich, jedoch bis jetzt nicht mit voller Sicherheit nachgewiesen werden konnte. Es zeigten sich hier vielmehr bei den verschiedenen Arten Schwankungen, die darauf hinwiesen, dass ein phyletischer Verschiebungsprocess der männlichen Keimstätte zwar im Werke ist, sich aber noch nicht bei allen Arten vollzogen hat.

Die Ansicht Weismann's, dass die älteste Keimstätte der Hydromedusen das Ektoderm des Manubriums der Medusen gewesen sei, wäre somit durch die von mir bei den Obelien beobachteten Sexualverhältnisse des Weiteren bestätigt.

Zum Schlusse dieser Arbeit, welche in dem zoologischen Institut zu Freiburg im Br. entstand, fühle ich mich gedrungen, meinen hochverehrten Lehrern, Herrn Professor Weismann und Professor A. Gruber, die mir mit Rath und That in liebenswürdigster Weise zur Seite standen, öffentlich meinen besten Dank auszusprechen. Eben so fand ich von Seiten des Herrn Dr. J. W. Spengel in Bremen freundlichste Unterstützung und Förderung meiner Untersuchung.

Freiburg im Br., im Juli 1884.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XI und XII.

Fig. 1. Obelia Adelungi. Polypengeneration in natürlicher Größe.

Fig. 2. Junge Meduse der O. Adelungi mit Andeutung der ersten Sexualzellenbildung nach einem Präparat. 1/55.

Fig. 3. Obelia helgolandica. Polypengeneration in natürlicher Größe.

Fig. 4. Manubrium einer O. helgolandica von oben gesehen. 1/90.

Fig. 5. Centrales Stück einer dreitägigen O. Adelungi, die Bildung der ersten Eier und die Lage derselben im Ektoderm zu zeigen. Circa 1/500.

ov, Eier; *ect.f*, Ektodermfalte; *rc*, Radiärkanal; *mg*, Magen; *man*, Manubrium.

Fig. 6. Basaler Theil des Manubriums der O. Adelungi. Skizze nach dem Leben, die Ektodermverdickung (Keimstätte) zu zeigen. *kst*, Keimstätte.

Fig. 7. Vertikalschnitt durch ein Ovarium quer zur Kanalachse. Jüngere Eier sowohl im Entoderm als im Ektoderm.

Fig. 8. Etwas tangentialer Vertikalschnitt längs der Kanalachse durch ein Ovarium mit nur einem großen Ei und vielen kleinen

Fig. 9. Junges Ovarium von unten gesehen; mit außerhalb, im Radiärkanal liegendem Ei. Circa 1/300.

Fig. 10. Junges Ovarium von oben gesehen. Die Eier schimmern durch und liegen durchaus lateral. 1/330.

Fig. 11. Längsschnitt quer zur Achse des Kanales durch ein junges Ovarium. Hoch entwickeltes Entoderm. Geringe Zahl der Eier. *l.h*, Leibeshöhle. 1/285.

Fig. 12. Horizontalschnitt durch das obere Manubrium. *l.h*, Leibeshöhle. 1/254.

Fig. 13. Vertikalschnitt durch das Manubrium einer weiblichen O. helgolandica. Rechts radiale Portion, links interradiale mit der Keimstätte *kst*. 1/270.

Fig. 14. Vertikalschnitt quer zur Kanalachse durch ein größeres geschlossenes Ovarium. Die beiden Entodermblätter sind durch die Kontraktion auf einander gepresst. Lage der Entodermkerne central. 1/200.

Fig. 15. Medianer Vertikalschnitt quer zur Kanalachse durch ein größeres Ovarium. *ov*, austretendes Ei. Regelmäßige Lage der Entodermkerne. 1/160.

Fig. 16. Ovarium einer Obelia, nur ein größeres Ei enthaltend. *opt*, Querschnitt; nach einer nach dem Leben genommenen Skizze.

Fig. 17. Vertikalschnitt durch ein Ovarium quer zur Kanalachse. Jüngere Eier sowohl im Entoderm als im Ektoderm. *sec.stl*, sekundäre Stützlamelle des Ektoderms. 1/300.

Fig. 18. Tangentialer Vertikalschnitt durch ein Ovarium. Große Eier sowohl innerhalb als außerhalb der Stützlamelle. 1/400.

Fig. 19. Medianer Vertikalschnitt längs der Kanalachse durch ein kontrahirtes Ovarium. Keimzellen resp. junge Eier im Eingang des Ovariums und dem proximalen Kanal *pr.c* zeigend. 1/640.

Fig. 20. Längsschnitt durch das Manubrium einer erwachsenen O. Adelungi. Reiferes Ei im Entoderm zeigend. Circa 1/550.

Fig. 21 *a* und *b*. Stücke aus den Radiärkanälen einer weiblichen Obelia. Die wandernden Keimzellen resp. jüngsten Eier zeigend. Vergr.

Fig. 22 *a, b, c, d, e, f*. Proximale Radiärkanalstücke junger weiblicher Medusen. 1/400.

Fig. 23. Abschnitte aus den proximalen Kanaldritteln einer erwachsenen O. Adelungi. *ent.w*, Entodermwucherung. 1/349.

Fig. 24 *a, b, c, d*. Proximale Radiärkanalstücke junger männlicher Medusen. 1/400.

Fig. 25 (vgl. Fig. 29). Optischer Längsschnitt durch das Spermarium einer unbekannten Species. Das Spermarium ist auf die Seite geschlagen. Oberhalb sieht man (*kst*) die Keimstätte und das angrenzende Stück der Subumbrella mit in derselben zerstreut liegenden kleinen und großen Spermatoblasten. Die ganze obere Hälfte der Aussackung ist mit einer einfachen in der Nähe der Keimstätte zweifachen Lage von Spermatoblasten erfüllt. Stark vergrößert.

Fig. 26. Männliche Obelia mit nur drei ausgebildeten Radiärkanälen. Von oben. Vergr.

Fig. 27. Junges Spermarium ohne Veränderung des Entoderms. 1/227.

Fig. 28. *a*, geschlossenes, *b*, offenes junges Spermarium von einem Individuum. Entoderm cylindrisch vacuolenreich. 1/235.

Fig. 29 (vgl. Fig. 25). Optischer Längsschnitt durch ein Spermarium der unbekannten Species. Entoderm und Ektoderm beide cylindrisch. In der Subumbrella zerstreute Spermatoblasten. *kst*, Keimstätte in der Subumbrella am Eingange des Hodens; *pr.c*, proximaler, *d.c*, distaler Radiärkanal. In der oberen Hälfte des Sackes eine Schicht Spermatoblasten. 1/135.

Fig. 30. Vertikalschnitt längs der Kanalachse durch ein jüngeres Spermarium. Im Hoden ausschließlich große Spermatoblasten.

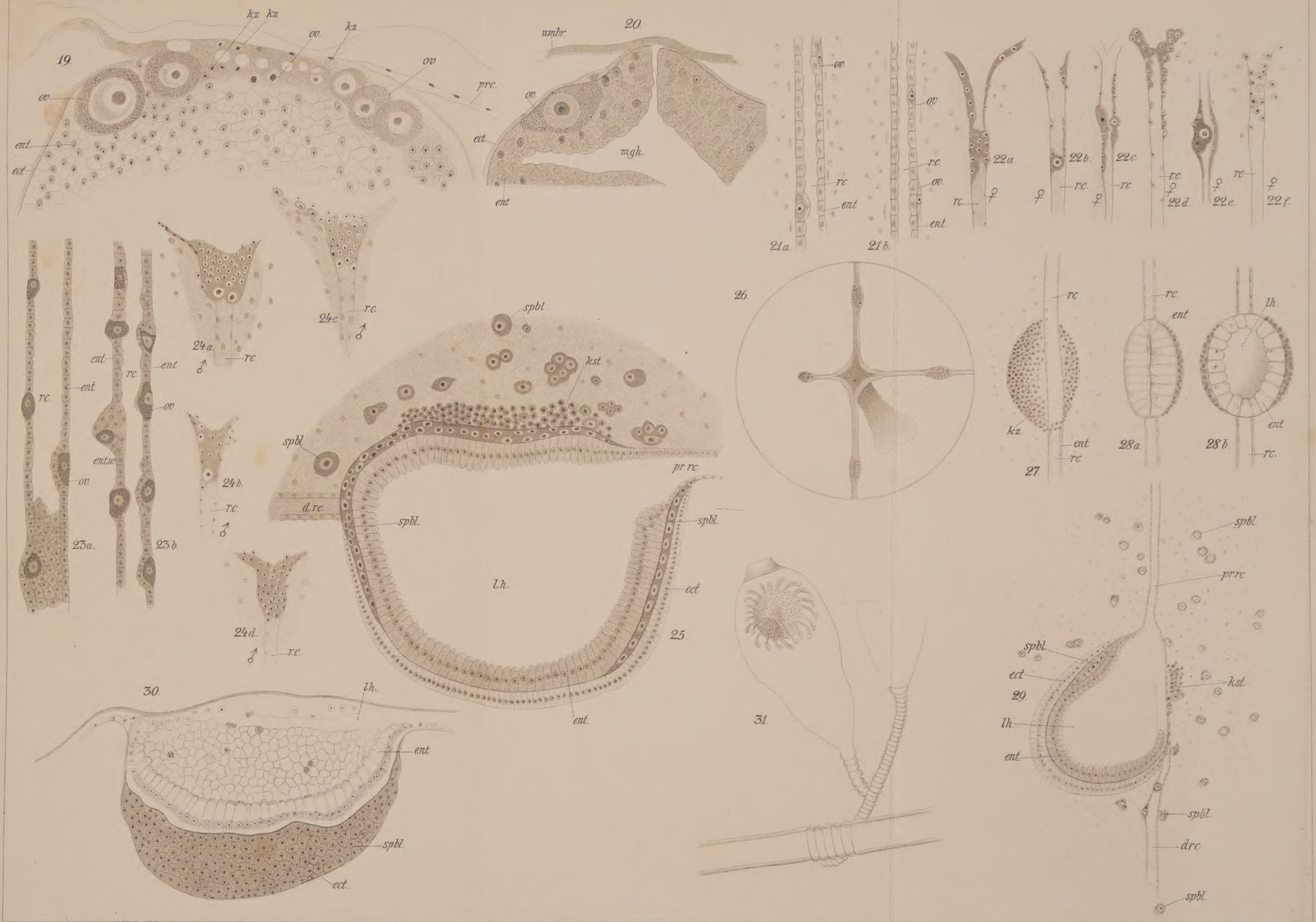
Fig. 31. Gonangium von O. Adelungi, eine Meduse enthaltend. Ca. 1/50.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

Gl. Hartlaub del.

Ver. v. Wilh. Engelmann, Leipzig.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a. M.



Cl. Hartlaub del.

Verl. v. Wilh. Engelmann, Leipzig.

Lith. Anst. v. Werner u. Winter, Frankfurt a/M.